Campinas/SP
Brasil

# REVISTA DO CENTRO DE CIÊNCIAS, LETRAS E ARTES

REVISTA CCLA - Nº 73 / 2023

Pontes

**CENTRO DE CIÊNCIAS, LETRAS E ARTES - CCLA**
**ANO CXXII, 1901-2023**

**CONSELHO EDITORIAL:**
Dr. Alcides Ladislau Acosta (MTB 9533/SP)
Dra. Clarissa Waldige Mendes Nogueira
Profa. Dra. Cristina Brandt Friedrich Martin Gurgel
Dr. Luíz Carlos Ribeiro Borges
Prof. Dr. Orlando Rodrigues Ferreira (MTB 86736/SP)
Bel. Dir. Sandra Palermo Funari

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Tuxped Serviços Editoriais (São Paulo - SP)

---

F383r Revista do Centro de Ciências, Letras e Artes - Nº. 73 (1901 – 2023)
PONTES EDITORES, 2023, Campinas – SP
ISBN: 978-65-5637-894-7

Periodicidade: Irregular
1. Artes. 2. CCLA Centro de Ciências, Letras e Artes - Periódicos.
3. História de Campinas. 4. Literatura. I. Título. II. Assunto.

---

Bibliotecário Pedro Anizio Gomes CRB-8/8846

**Índices para catálogo sistemático:**
1. Artes. 700
2. Literatura brasileira. 869
3. História do Estado de São Paulo. 981.61

Rua Bernardino de Campos, 989, Centro – CEP 13010-151 – Campinas – SP
Fone: (19) 3231-2567 – Fax (19) 3232-7119
www.ccla.org.br – Correio-e: ccla@ccla.org.br

**Patrocínio**

Unimed Campinas

2023 - Impresso no Brasil

DIRETORIA EXECUTIVA
GESTÃO “CÉSAR BIERRENBACH, 2022-2024

**Presidente**
Dr. Alcides Ladislau Acosta

**Vice-presidente**
Dra. Clarisse Waldige Mendes Nogueira

**Secretário-geral**
Dr. Luíz Carlos Ribeiro Borges

**Primeiro-secretário**
Dr. João Luíz Portolan Galvão Minnicelli

**Segunda-secretária**
Bel. Dir. Sandra Palermo Funari

**Primeira-tesoureira**
Profa. Ma. Marli Aparecida Marcondes

**Segunda-tesoureira**
Profa. Ma. Cassia Denise Gonçalves

**Diretor de Sede**
Eng. Fernando de Pina Figueiredo

**Diretora Social**
Profa. Dra. Cristina Brandt Friedrich Martin Gurgel

**CONSELHO DELIBERATIVO**

Dr. Agostinho Toffoli Tavolaro
Eng. Antonio Pedroso de Carvalho Neto
Sra. Dayz Peixoto Fonseca
Dr. Jorge Alves de Lima
Profa. Dra. Lenita Waldige Mendes Nogueira
Eng. Marino Ziggiatti

**CONSELHO FISCAL**

Dr. Augusto César Scorza
Bel. Adm. Genaro Campoy Scriptore
Dr. José Homero Adabo
Prof. Dr. Orlando Rodrigues Ferreira (suplente)

**DEPARTAMENTOS/NÚCLEOS/SEÇÕES**

**Acervos/Pinacoteca**
Profa. Ma. Marli Aparecida Marcondes

**Artes Gráficas e Visuais**
Jorn. João Antônio Buhrer de Almeida

**Artes Plásticas/Galeria**
Profa. Marli Luiza Martins Stracieri

**Ciências Humanas e da Natureza**
Prof. Dr. Orlando Rodrigues Ferreira

**Ciências da Vida**
Dra. Clarissa Waldige Mendes Nogueira

**História**
Prof. Duílio Battistoni Filho

**Literatura**
Dr. Luíz Carlos Ribeiro Borges

**Música**
Dr. Alcides Ladislau Acosta

**Secretária-geral da Sede**
Sra. Josiani Bertoli

**Biblioteca "César Bierrenbach"**
Diretora: Bel. Dir. Sandra Palermo Funari

**Museu "Campos Salles"**
Curadora: Profa. Ma. Marli Aparecida Marcondes

**Museu "Carlos Gomes"**
Curadora: Profa. Dra. Lenita Waldige Mendes Nogueira

# O PERIGO VEM DO ESPAÇO: IMPACTOS DE CORPOS CELESTES COM A TERRA[1]

Orlando Rodrigues Ferreira[2]

As pessoas ficam maravilhadas quando olham para o céu noturno e porventura veem rastros luminosos cruzando rapidamente a abóboda celeste, então o senso comum os denominam de "estrelas cadentes" – significando estrelas caindo – e, por vezes, até fazendo pedidos ansiando ter seus desejos atendidos, porém, não são estrelas e muito menos que caem, mas um fenômeno designado de meteoro. No entanto, até que ponto estes visitantes siderais proporcionam somente beleza e não riscos às pessoas, à humanidade... à Terra? Uma questão pertinente e que procurarei expor sobre o tema dentro dos limites permitidos e possíveis deste trabalho.

## TCHELYABINSK

Tchelyabinsk, Rússia, 15 de fevereiro de 2013, 9h20 local: todos se surpreenderam quando um meteoroide cruzou a estratosfera a cerca 30 km/seg. e explodiu entre 30 e 50 km de altitude sobre a cidade do Centro-Oeste russo, a 1.500 km de Moscou [Figura 1]. Estimado com 18 metros e massa de dez toneladas, liberou energia equivalente a 500 quilotons de TNT. Comparando, as bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki, respectivamente em 6 e 9 de agosto de 1945, possuíam "somente" 18 quilotons cada e vitimaram mais de 220 mil pessoas.

Em Tchelyabinsky, devido ao intenso deslocamento de ar, ocorreram vários prejuízos materiais e cerca de 1.500 pessoas ficaram feridas, mas felizmente sem mortes. Se tivesse explodido em menor altitude ou impactado com o solo (fragmento caiu no lago Chebarkul, a 100 km da cidade) seria uma hecatombe natural numa cidade à época com quase 1.170.000 habitantes, evento sem precedentes na história humana até onde se sabe. Na mesma data, algumas horas depois, o asteroide 2012DA14, com 45 metros, "raspou" o planeta a 28.000 km, distância diminuta em termos astronômicos. No entanto, os dois objetos não estavam relacionados entre si.

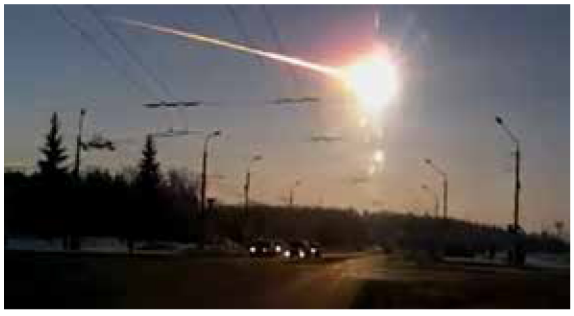

**Figura 1 –** Tchelyabinsk, Rússia, em 15 de fevereiro de 2013, às 9h20 local, em Tchelyabinsk, Rússia, um meteoroide cruzou a estratosfera a mais de 30 km/segundo e explodiu entre 30-50 km de altitude sobre a cidade do Centro-Oeste russo, a 1.500 km de Moscou. **Fonte:** Wikimedia Commons.

1 Este trabalho é baseado na palestra do autor "*O perigo vem do espaço: impactos de corpos celestes com a Terra*", publicada primeiramente em cinco sucintos artigos no Jornal do Centro Campinas, de maio a setembro de 2013 (Ferreira, 2013a/b/c/d/e), portanto, agora se constituindo como segunda edição revista e ampliada.

2 Conselheiro do Conselho Fiscal e coordenador do Departamento de Ciências Humanas e da Natureza do CCLA; astrônomo e professor; doutor e mestre em Ensino de Ciências e Matemática; pós-graduado em Astronomia; licenciado em Filosofia; pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (NIEPCTS) da Universidade Cruzeiro do Sul; jornalista (MTB 86736/SP), presidente (2000-2003), Conselheiro Emérito e presidente do Conselho Deliberativo da Associação Campineira de Imprensa (ACI). Contato: astromovel.mei@gmail.com

Na Sibéria, Rússia, próximo ao rio Podkamennaya Tunguska, às 7h17 de 30 de junho de 1908, um meteoroide (fragmento de cometa ou asteroide) com massa estimada de 300 toneladas explodiu entre cinco e dez quilômetros na troposfera com energia de 15 megatons, 30 vezes a de Tchelyabinsky. Devastou 2.150 km² e estimadas 80 milhões de árvores, ocasionando terremotos e outras ocorrências [Figura 2]. Se tivesse caído 4h45min. antes, São Petersburgo, então com 1.678.000 habitantes, seria destruída; se 6h48min. depois, Oslo, capital da Noruega, seria somente uma triste lembrança.

**Figura 2 –** Na Rússia, em 30 de junho de 1908, o meteoro de Tunguska devastou uma área de 2.150 km² e estimadas 80 milhões de árvores, ocasionando terremotos e outras ocorrências. Na imagem, áreas afetadas pelo objeto sideral de Tunguska: Zona 1 (R = 20 km): floresta destruída (vermelho); Zona 2 (R = 100 km): danos, queimaduras, mortes de animais (laranja); Zona 3 (R = 1500 km): ruído de explosão (azul degradê). **Fonte:** Wikimedia Commons; Denys (fr); https://creativecommons.org/licenses/by/3.0

Portanto, a partir de Tchelyabinsky recrudesceram as preocupações sobre a Terra se tornar alvo de impactos de corpos celestes significativamente maiores, como se num bilhar cósmico o planeta incorresse numa sinuca de bico para ser encaçapado definitivamente.

## VISITANTES SIDERAIS: METEOROIDES, METEOROS E METEORITOS

No espaço há quantidade incalculável de meteoroides e, segundo definido pela *International Astronominal Union* (IAU), "Meteoroide é um objeto natural sólido com tamanho aproximado entre 30 micrômetros a 1 metro movendo-se ou vindo do espaço interplanetário[3]" (IAU, 2017, p. 1). Porquanto, são fragmentos maiores que uma molécula e menores que um asteroide, oriundos de cometas, asteroides e planetas desintegrados que, em muitos casos, cruzam com a órbita terrestre e podem gerar meteoros. Todavia, o que é meteoro?

Genericamente, meteoro é todo fenômeno óptico e acústico que ocorre na atmosfera, por isso a ciência da Meteorologia. Conforme a Organização Meteorológica Mundial (OMM), os meteoros são classificados em quatro categorias: hidrometeoro, como a chuva e neve; eletrometeoro, como os raios; fotometeoro, como os arcos-íris e as auroras polares; e litometeoro, materiais oriundos do espaço.

Especificamente em Astronomia, meteoro é o fenômeno gerado por um meteoroide que, atraído pela gravidade terrestre, adentra na atmosfera com velocidades de 10 a 72 km/seg. Em atrito com as moléculas atmosféricas, se incandesce e volatiliza até 2.861 ºC (ebulição do ferro) em altitudes entre 50 e 200 km na ionosfera (≈60 e 1.000 km), normalmente produzindo por alguns segundos um rastro luminoso evidenciando sua trajetória, luminescência ocasionada pelo salto e retorno dos

3 Em livre tradução do autor a partir de: "***Meteoroid*** *is a solid natural object of a size roughly between 30 micrometers and 1 meter moving in, or coming from, interplanetary space"* (IAU, 2017, p. 1).

elétrons das suas órbitas, algo provocado pelas variações de temperatura, pressão e turbulência que culmina produzindo ou neutralizando íons. Logo, como definido pela IAU: "Meteoro é a luz e os fenômenos físicos associados (calor, choque, ionização), que resultam da entrada em alta velocidade de um objeto sólido vindo do espaço em uma atmosfera gasosa[4]" (IAU, 2017, p. 1). Na maioria das vezes, como observado anteriormente, o meteoroide que provoca o meteoro é micrométrico, mesmo assim a Terra recebe cerca de 5.200 toneladas de partículas espaciais (poeira interplanetária) por dia (Rojas; Duprat; Engran *et al.*, 2021).

Mais espetaculares, os bólides ou bólidos (*fireballs*) são meteoroides de maiores proporções e que se deslocam lentamente (≈10 km/seg), podendo produzir meteoros com intenso ruído e explosão, chegando até a colidir com a Terra e provocar crateras de impacto, posteriormente se constituindo como meteoritos.

Quando um meteoroide suporta as condições de entrada na atmosfera e colide com a superfície, a evidência física desse visitante sideral se qualifica como meteorito [Figuras 3 e 4], com o sufixo "ito" designando um material rochoso. Conforme suas constituições mineralógicas, os meteoritos dividem-se em categorias e sub-categorias, resumidamente: sideritos, com maior parte de ferro e níquel; siderólitos (litossideritos), mistura de componentes rochosos (silicatos) e metálicos; aerólitos, basicamente rochosos e carentes de elementos metálicos. O meteorito também pode se denominar astrólito, meteorólito ou uranólito.

**Figuras 3 e 4 -** Sideritos da coleção de meteoritos de Orlando Rodrigues Ferreira. **Imagens:** Marcelo de Breyne, 13 ago. 2012; intermediação, Lilian N. S. Pera, jul.-ago. 2012.

No caso dos cometas, estes desagregam matéria quando próximos do Sol (passagem periélica). A Terra atrai os fragmentos, produzindo meteoros e ocasionando as conhecidas radiantes meteóricas (*chuva de meteoros*), que acontecem todos os anos em datas específicas e na maioria vinculadas a cometas conhecidos, como a Eta Aquáridas e Orionidas, associadas ao cometa de Halley; Andromedídios, cometa Biela; e Taurídeos, cometa Encke. O *Meteor Data Center* (2023) da IAU até 11/09/2023 registra 1.180 radiantes meteóricas, com 966 confirmadas e, destas, 112 estabelecidas.

4 Em livre tradução do autor a partir de: "***Meteor*** *is the light and associated physical phenomena (heat, shock, ionization), which result from the high speed entry of a solid object from space into a gaseous atmosphere"* (IAU, 2017, p. 1)

## RECONHECENDO METEORITOS

Como um "quebra-cabeça cósmico" (Pera, 2014), os meteoritos desvelam o Sistema Solar porque, segundo Pera (2019):

> [...] Cada rocha espacial tem sua história, algumas são mais conhecidas e relevantes, enquanto muitas outras ainda aguardam para serem descobertas. Esta pequena seleção de narrativas é uma parte ínfima, dentro da história do Sistema Solar, do seu nascimento e evolução. Os meteoritos têm um papel importante como capítulos de uma grande enciclopédia, onde amostras de novos materiais naturais, ou seja, que não foram sintetizados em laboratórios, são descritos, investigados e devidamente registrados para que a ciência possa reconstituir uma história maior, a de todos os corpos do Sistema Solar, incluindo os seres humanos, segundo o antigo adágio astronômico: "Somos filhos das estrelas e irmãos das pedras" (Pera, 2019, p. 12).

A meteorítica é uma atraente área da Astronomia e Geologia, com a Profª. Dra. Maria Elizabeth Zucolotto (Bete), do Setor de Meteorítica do Museu Nacional do Rio de Janeiro, como a principal pesquisadora no Brasil. Para divulgar esse segmento da ciência espacial, a Dra. Zucolotto criou o portal *Meteoríticas – Astronomia & Meteoritos* (www.meteoritos.com.br), disponibilizando diversas informações e ensinando como reconhecer meteoritos.

Segundo Zucolotto (202-?a), algumas características dos visitantes do espaço:

- **Crosta de Fusão:** os meteoritos apresentam uma fina crosta negra resultante da queima que sofrem pelo atrito com a atmosfera.
- **Presença de ferro e níquel:** a maioria dos meteoritos, se lixados, vão apresentar pintinhas de brilho metálico (meteoritos rochosos) ou interior com aparência de aço sólido (meteoritos metálicos).
- **Magnetismo:** é comum que meteoritos sejam atraídos por ímãs. Nos meteoritos metálicos a atração é bem mais intensa.
- **Regmaglitos (Sulcos Superficiais):** meteoritos costumam apresentar sulcos, ou seja, depressões na sua superfície. Não é comum meteoritos apresentarem calombos (protuberâncias).
- **Densidade Grande:** por conterem metais, os meteoritos costumam ser bem densos e, portanto, são bem mais pesados do que uma pedra do mesmo tamanho. Dá para sentir isso na mão ao pegá-los.
- **Forma:** meteoritos não apresentam uma forma definida e característica, mas é usual que possuam cantos arredondados.
- Mas há exceções… Meteoritos rochosos do tipo acondrito, bem mais raros, não apresentam as características acima, exceto a crosta de fusão e regmaglitos. [...]. (Zucolloto, 202-?a)

Zucolotto (202-?b) complementa, esclarecendo:

- **Pedras de raio ou coriscos não são meteoritos:** As pedras em formatos pontudos que segundo dizem aparecem depois de um raio atingir o solo não são meteoritos e sim artefatos indígenas.

• **Meteoritos não são pedras pretas:** Eles são escuros apenas por fora com uma fina película chamada de crosta de fusão. Por isso é muito importante que se veja o interior da pedra.

• **Meteoritos metálicos não são cor de grafite:** Os meteoritos metálicos por dentro apresentam cor de aço e não cor de grafite ou avermelhados como ferrugem.

• **Meteoritos são atraídos por ímãs:** Praticamente quase todos os meteoritos são atraídos por ímã, mas não são magnéticos. Portanto se tua pedra não for atraída por ímã a não ser que tenha sido vista cair e apresente uma crosta de fusão não é meteorito.

• **Nem toda pedra que é atraída por ímã é meteorito:** Existem muitos minérios e pedras terrestres que são atraídas por ímã, um exemplo é o basalto que é uma rocha terrestre preta, pesada e atraída por ímã. Portanto, pedras pretas por dentro não são meteoritos.

[...]

• **Meteoritos não são radioativos:** Apesar dos meteoritos ficarem expostos por milhões de anos aos raios cósmicos, não existe o perigo de serem radioativos.

• **Meteoritos não são pedras bonitas:** Se você encontrou uma pedra bonita e diferente, mas que não possui uma fina crosta de fusão por fora, ela provavelmente não será um meteorito.

• **Pedras arredondadas e polidas não são meteoritos:** Os meteoritos apresentam superfície áspera e com depressões nunca lisas, redondas e polidas como pedras de rio.

• **Meteoritos não são furadinhos:** Apesar de apresentarem sulcos na superfície, eles não são cheios de furinhos por dentro como uma esponja. (Zucolloto, 202-?a)

Caso alguém considerar possuir ou haver encontrado um meteorito, recomenda-se seguir as etapas e testes apresentados no gráfico [Figura 5; Zucolotto; Fonseca; Antonello; colaboração Monteiro; 2013, p. 33], posteriormente enviando amostra para análises laboratoriais à Dra. Zucolotto[5].

**Figura 5** – Como reconhecer meteoritos. **Fonte:** Zucolotto; Fonseca; Antonelo; colaboração de Monteiro (2013, p. 33).

Entre os trabalhos básicos que podem ser feitos, sobretudo professores propondo aos estudantes, está a coleta de micrometeoritos a partir dos telhados das casas. Após um longo período sem chuvas, quando estas ocorrem lavam os telhados e eventualmente podem ser encontrados micrometeoritos, principalmente os metálicos (sideritos), simplesmente coletando-se a água em bacias ou recipientes colocados nas calhas. Posteriormente, a água poderá ser filtrada ou deixando-se acumular os fragmentos ao fundo para depois se retirar o excesso do líquido. Depositando-se os grânulos em uma folha de papel branco, bastará somente passar um forte imã – como o de HD de computador ou imã de neodímio – envolto

5 Profa. Dra. Maria Elizabeth Zucolotto, Museu Nacional, Setor de Meteorítica, Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro-RJ, 20940-040; correio-e meteoritos@mn.ufrj.br, com a mensagem devendo seguir fotos do objeto comparado com régua ou moeda de R$ 1,00, informando detalhes como data e local em que foi encontrado, peso, medidas, etc.

num plástico. Retirando-se o imã do plástico, a poeira metálica coletada provavelmente se constituirá de micrometeoritos que poderão ser analisados em microscópios, talvez até alguns maiores possam ser visualizados com lupas. Um ótimo material para ser utilizado em atividades didáticas e pesquisas. Portanto, professores, estudantes e curiosos, mãos à obra, ou melhor, aos telhados!

## POSSES DOS METEORITOS NO BRASIL

Em 19 de agosto de 2020, no município de Santa Filomena/PE e região, sucederam quedas de diversos meteoritos perfazendo por volta de 80 kg, na grande maioria recuperados pela população local. Diversos pesquisadores do Brasil e do exterior, como dos Estados Unidos da América, Costa Rica, Argentina e Uruguai, se deslocaram ao local, com a equipe brasileira encontrando e incorporando ao acervo do Museu Nacional do Rio de Janeiro um fragmento de 2,82 kg, passando a se denominar de *Meteorito de Santa Filomena* [Figura 6].

**Figura 6.–** Meteorito de Santa Filomena, estimado com 4,56 bilhões de anos, recuperado depois da queda em 19 de agosto de 2020, no município de Santa Filomena/PE, incorporado ao acervo do Museu Nacional de Rio de Janeiro. **Imagem:** Cristina Boeckel/g1 Rio; acervo Museu Nacional, 2020.

Entretanto, muitos aventureiros, colecionadores e caçadores de meteoritos que atuam como especuladores igualmente compareceram, oferecendo comprar meteoritos encontrados pela população, desse modo se evadindo muitas amostras dentro do próprio Brasil e, principalmente, para o exterior. Isso aumentou mais a preocupação quanto às propriedades dos meteoritos encontrados no Brasil, gerando acirradas discussões. Para tentar dirimir a questão, em 03/09/2020 foi elaborado o Projeto de Lei (PL) n.º 4471/2020, que "Dispõe sobre a propriedade de meteorito que atinge o solo brasileiro" (Brasil, 2020a), proposição do deputado federal Alex Santana (PDT/BA); em seguida, o PL foi apensado ao PL 4529/2020, que "Estabelece mecanismos de proteção ao Patrimônio Científico Brasileiro de Origem Espacial." (Brasil, 2020b). Na justificativa do PL 4471/2020:

> [...] O mais recente fenômeno noticiado ocorreu na cidade de Santa Filomena, no estado de Pernambuco, no mês de agosto. O caso ganhou grande repercussão e o prefeito da cidade não sabia qual atitude deveria ou poderia tomar, frente à venda dos meteoritos que aterrissaram em solo santa-filomenense, uma vez que existe uma lacuna na legislação que não trata o tema de forma clara. A presente proposta objetiva dar tratamento legal e segurança jurídica para o particular que tem a sua propriedade atingida por um meteorito e, ao mesmo tempo, assegurar que o poder público possa estudar, analisar e extrair a riqueza de informações e conhecimentos que tais objetos certamente carregam, priorizando e valorizando a pesquisa científica no Brasil. (Câmara dos Deputados, 2020a)

Enquanto que na tramitação o PL 4529/2020 justifica que:

Por meio do estudo dos meteoritos, os cientistas podem desenvolver teorias sobre a origem do Universo e do Sistema Solar. Desde a formação do nosso planeta, ele recebe cometas e meteoritos que vagam pelo espaço e que são atraídos pela gravidade terrestre. A maioria desses meteoritos se desfaz quando atravessa a atmosfera terrestre, enquanto que outros de maior tamanho conseguem chegar ao solo.

Ao contrário de países como Argentina, Austrália e Estados Unidos, não há no Brasil regulamentação a respeito da propriedade dos corpos que se chocam com a superfície do Brasil. Embora o artigo 20 da Constituição Federal determine que os recursos minerais sejam bens pertencentes à União, isso não se estende às rochas de origem extraterrestre, visto que não possuem um meio viável economicamente de explorá-las. Dessa forma, atualmente os meteoritos são considerados como *res nullius* (coisa que não pertencem [sic] a ninguém), devendo por isso ser a sua posse regulada de acordo com a Seção III (Do Achado de Tesouro) do Capítulo III (Da Aquisição de Propriedade Móvel) do Título III (Da Propriedade) do Livro III (Do Direito das Coisas) do Código Civil Brasileiro. Em virtude disso, o meteorito deve ser dividido entre quem encontrá-lo e o proprietário da localidade em que ele caiu, conforme art. 1264 do Código Civil. Por essa razão, meteorito que caiu recentemente na cidade de Santa Filomena em Pernambuco vem sendo livremente comercializado, inclusive para fora do território brasileiro. De acordo com o professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Fábio Machado, o referido meteorito trata-se de um condrito, que tem a composição do início do sistema solar [sic], formado há mais de 4 bilhões de anos, sendo mais velho do que o nosso próprio planeta. Apesar de a pedra possuir elevado valor científico e de permitir a realização de diversos estudos pela comunidade científica brasileira, isso não ocorrerá, pois está ocorrendo a comercialização indiscriminada do meteorito com colecionadores, inclusive estrangeiros, de modo que não restará material a ser estudado. Em virtude disso, venho dar a minha colaboração no tema, como representante do estado de Pernambuco, local da queda mais recente de meteorito, para que, futuramente, essas pedras possam ser estudadas em nosso país. Assim, peço o apoio dos nobres pares para a aprovação deste projeto de lei. (Câmara dos Deputados, 2020c)

Os PL 4471/2020 e 4529/2020, apensados, se encontram em regime de tramitação ordinária, conforme estabelecido pelo Regimento Interno da Câmara dos Deputados (Câmara dos Deputados, 1989). Em 1º de junho de 2022, se realizou uma audiência pública debatendo a proposição, que foi organizada pelas Comissões de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática (CCTCI) e de Minas e Energia (CME); em 30 de setembro de 2022, o relator, deputado Jesus Sérgio, PDT/AC, em seu *Voto de Relator* considerou ser

> [...] necessário elaborar um substitutivo ao PL nº 4.471, de 2020, de forma a possibilitar a aprovação de uma lei mais abrangente quanto aos conceitos envolvidos nesse tema. [...]

Concluindo que

> [...] somos pela aprovação do Projeto de Lei nº 4.471, de 2020, na forma do substitutivo, e pela rejeição de seu apensado, o PL nº 4.529, de 2020. (Câmara dos Deputados, 2022a)

Em 9 de novembro de 2022, a Comissão de Minas e Energia (CME) exarou parecer pela "[...] aprovação do Projeto de Lei nº 4471/2020, com substitutivo, e pela rejeição do Projeto de Lei nº 4.529/2020, apensado, nos termos do Parecer do Relator, Deputado Jesus Sérgio, que apresentou complementação de voto." (Câmara dos Deputados, 2022b). Em 2 de dezembro de 2022, por feliz coincidência sendo o *Dia Nacional da Astronomia*, a proposta chegou na Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania (CCJC), por fim publicando-se no Diário da Câmara dos Deputados, ano LXXVII, n.º 205, 3 de dezembro de 2022, p. 196-201, o Substitutivo ao Projeto de Lei nº 4.471, de 2020, que "Institui normas para o registro e definição de propriedade de meteoritos encontrados no território brasileiro." (Câmara dos Deputados, 2022c), portanto, somente aguardando a aprovação do parlamento pelo *Plenário Virtual* para posterior sanção e promulgação do presidente da República e publicação no Diário Oficial da União.

Quiçá a vindoura legislação realmente proporcione a segurança jurídica quanto às propriedades dos meteoritos brasileiros.

## IMPACTOS PREOCUPANTES

Consoante a teoria mais aceita, há 65,5 milhões de anos um corpo celeste com dimensões estimadas de 10 a 16 km impactou com a Terra e ocasionou a extinção de pelo menos 75% das espécies, entre estas os dinossauros, no Cretáceo-Paleogeno (extinção ou evento K-T). Objetos de enormes proporções, com massa acima de 40.000 toneladas, colidiram com a Terra e outros ainda impactarão no futuro incerto. No Museu Nacional do Rio de Janeiro encontra-se exposto o meteorito de Bendegó, o maior encontrado no Brasil, descoberto em Monte Santo/BA em 1784, nas proximidades do riacho Bendegó, com massa de "apenas" 5,4 toneladas [Figura 7].

**Figura 7** – Meteorito de Bendegó (siderito), o maior no Brasil, descoberto em Monte Santo/BA em 1784, nas proximidades do riacho Bendeconformegó, com massa 5,4 toneladas. **Fonte:** Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Desde a sua formação há 4,56 bilhões de anos, a Terra tem sido alvo de objetos de desmesuradas proporções e que podem colocar em risco de extinção as espécies no planeta, inclusive a humana. Os NEOs (*Near Earth Objects*; Objetos Próximos à Terra) são corpos celestes cujas órbitas interceptam a terrestre, um perigoso cruzamento cósmico sem sinalizações ou semáforos. Patrocinado pela *European Space Agency* (ESA), o portal

NEODys (http://newton.dm.unipi.it/neodys2/) fornece informações sobre os asteroides catalogados próximos à Terra. Segundo a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), pelo *Near Earth Objects Program* (http://neo.jpl.nasa.gov/index.html), mais de 10.000 asteroides e cometas passíveis de passarem próximo ao planeta já foram descobertos.

No Brasil, a preocupação igualmente prevalece. O Observatório Nacional (ON)/ Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) desde 2010 desenvolve o projeto IMPACTON, acrônimo de *Iniciativa de Mapeamento e Pesquisa de Asteroides nas Cercanias da Terra no Observatório Nacional*. Uma equipe qualificada de pesquisadores utiliza um telescópio robótico com abertura óptica de 1 m, o segundo maior do país, instalado no Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI), em Nova Itacuruba/PE, sendo que o

> [...] o projeto tem como objetivo o de estudar as propriedades físicas de objetos em órbita próxima da Terra visando gerar conhecimento sobre esses corpos. [...], assim o IMPACTON é um esforço no sentido de integrar o ON e o Brasil aos programas internacionais de busca e seguimento de asteroides e cometas em risco de colisão com a Terra. Esses programas, atendendo determinação da União Astronômica Internacional, visam detectar e monitorar pelo menos 90% desses objetos. (Observatório Nacional, 2021)

Portanto, no Brasil a pesquisa de ponta na área é considerada do mais alto nível e orgulhando o país.

## QUANDO CHEGAR, O QUE FAZER?

Quando um asteroide ou cometa estiver para colidir com a Terra, o que fazer? Há décadas esta é uma real preocupação de diversos países, inclusive da Organização das Nações Unidas (ONU).

O Ministério da Integração Nacional (MIN)/Secretaria Nacional de Defesa Civil (SNDC) em 2003 publicou o *Manual de Desastres Naturais* (Brasil, 2003), também utilizado pelos Estados e municípios. Entretanto, na década de 1990 foi elaborada a *Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos* (CODAR) classificando tipos de catástrofes naturais e antrópicas. No primeiro item da CODAR constam os desastres de origem sideral com impactos meteóricos sob códigos "CODAR-NS/ CODAR-11, Desastres Naturais de Origem Sideral; CODAR-NS.Q/CODAR-11.1, Impacto (queda) de Corpos Siderais; e CODAR-NS. QMT/CODAR-11.101, Impacto (queda) de meteoritos" (Brasil, p. 74).

Para evitar um impacto catastrófico, diversas estratégias são consideradas por astrônomos, cientistas, órgãos governamentais, agências e empresas espaciais, como detonar artefatos nucleares próximo ao NEO; emitir laseres de energia solar para explodir parte do NEO, fazendo com que os jatos de rochas vaporizadas desviem a trajetória; aportar um gigantesco veículo espacial para forçá-lo gravitacionalmente (arrasto gravitacional); pousar sondas no objeto para propulsioná-lo, deslocando o percurso; provocar impactos com sondas no NEO para alteração do trajeto, como em 2022 se realizou um teste com a sonda DART (*Double Asteroid Redirection Test)*, discorrida adiante; entre outras alternativas, algumas até bastante pitorescas, como pintar com

tintas eletrostáticas branca e preta para desviar o objeto impactante por impulso reativo da luz solar. Contudo, as tecnologias ainda não se encontram plenamente desenvolvidas, talvez excetuando a nuclear, mas com o inconveniente de que se o asteroide explodir, ao invés do planeta ser abalroado por um corpo celeste provavelmente será bombardeado por milhões de fragmentos radioativos.

A Lua, com suas incontáveis crateras, é testemunha do quanto as proximidades da Terra foram visitadas por objetos colidentes. O planeta, devido à sua geomorfologia (alterações de relevos, erosões, derivações continentais, etc.), teve encoberta a maioria das cicatrizes de impactos, mas existem aproximadamente 180 crateras, algumas no Brasil, como a de Araguainha (40 km Ø) em Mato Grosso e Goiás, a maior da América do Sul, resultado da queda de um asteroide (≈4 km) há 250 milhões de anos.

Para cenários derradeiros [Figura 8], dependendo das dimensões, composição e massa do objeto, uma impacção poderia liberar quantidade de energia e calor para evaporar toda a água, ocasionar extinções locais ou globais, arremessar fragmentos à alta atmosfera que, retornando à Terra, provocariam outras ondas de choque e cataclismos. Imensa nuvem de poeira envolveria o planeta, permanecendo por dezenas ou centenas de anos bloqueando os raios solares, fazendo cessar a fotossíntese e desaparecendo a vida vegetal, rompendo a cadeia alimentar dos seres eventualmente remanescentes; diversos gases se combinariam com os atmosféricos, posteriormente precipitando-se em diluvianas chuvas ácidas.

**Figura 8** – Concepção artística do impacto de um asteroide com a Terra. **Fonte:** https://public-rf-upload.minhawebradio.net/1923/news/19fa8ab1cf791aa8411baf3ca0e6c303.png

## ESTRATÉGIA E PLANO DE AÇÃO DE DEFESA PLANETÁRIA DA NASA

Em 18 de abril de 2023, a NASA divulgou a *Estratégia e Plano de Ação de Defesa Planetária* (*NASA Planetary Defense Strategy and Action Plan*) (NASA, 2023a; United States, 2023), que orientará na década de 2030 os esforços de proteção do planeta contra impactos de NEOs.

Desde 1998, a NASA se empenha na pesquisa e estudos de NEOs, destes, diversos potencialmente perigosos que se aproximam cerca de 48,3 milhões de quilômetros da órbita da Terra [Figura 9]. Em 2016, se criou o *Gabinete de Coordenação de Defesa Planetária* para encontrar, rastrear, caracterizar e mitigar os impactos, assim passando a enfrentar o problema a partir da organização e coordenação de esforços de inteligência [Figura 10]. Para setembro de 2027 está programado o lançamento do telescópio espacial *Near-Earth Object Surveyor* (NEO Surveyor), que trabalhará juntamente com os telescópios baseados na Terra para, durante cinco anos, encontrar pelo menos dois terços dos NEOs maiores que 140 metros.

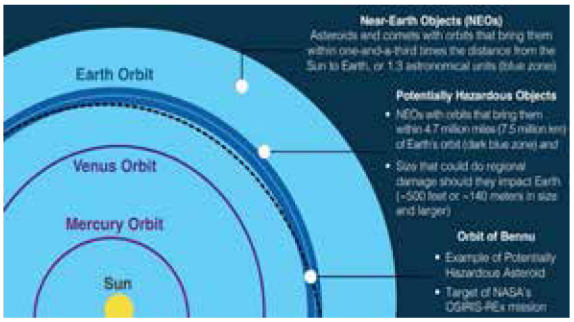


**Figura 9 –** NEOs no Sistema Solar, com destaque aos que se aproximam cerca de 48,3 milhões de quilômetros da órbita terrestre. **Fonte:** NASA (2023, p. 3).

**Figura 10** - A Defesa Planetária da NASA compreende observar, orientar, decidir, agir e avaliar; estratégia e plano de ação que implicam em esforços para detectar e caracterizar NEOs, integrando informações, planejando protocolos de ação, desenvolver tecnologias para mitigar os perigos e coordenar respostas. **Fonte:** NASA (2023, p. 13).

Para a década de 2030, os principais objetivos à defesa planetária da NASA estabelecem:

• Melhorar os esforços de pesquisa, detecção e caracterização de NEOs para trabalhar em direção a um catálogo completo de todos os NEOs que possam representar um risco de impacto para a Terra

• Desenvolver e demonstrar tecnologias de mitigação de NEO semelhantes à missão Double Asteroid Redirection Test (DART) da agência, a primeira missão de teste de defesa planetária do mundo, que demonstrou com sucesso um método de deflexão de asteroides usando uma espaçonave impactadora cinética

• Promover a colaboração internacional relacionada ao levantamento e mitigação de NEO para alavancar capacidades internacionais

• Fortalecer a coordenação interagências entre a NASA e outras agências governamentais dos EUA para melhorar e agilizar a preparação e o planejamento de resposta do governo dos EUA para NEO

• Revise o planejamento interno da agência para maximizar os benefícios obtidos com recursos limitados

• Integrar melhor as mensagens relativas ao trabalho de defesa planetária com as comunicações estratégicas da agência (em livre tradução de NASA, 2023b).

Como parte do Plano de Defesa Planetária, em 24 novembro de 2021 a NASA lançou a sonda DART (*Double Asteroid Redirection Test: Teste de Redirecionamento de Asteroide Duplo*), chegando em 26 de setembro de 2022 ao asteroide Dimorphos em órbita do asteroide Didimo, então propositadamente colidindo com Dimorphos a quase 22 mil km/h, técnica denominada de *impacto cinético* (NASA, 2023b). O Telescópio Espacial Hubble (HST; *Hubble Space Telescope*) constatou a formação de uma nuvem de fragmentos em torno de Dimorphos [Figura 11], posteriormente se confirmando que sofreu alteração de 33 minutos em sua órbita (NASA, 2023b) [Figura 12], comprovando a possibilidade dessa tecnologia e estratégia poderem ser utilizadas para desviar NEOs.

**Figura 11** - O Telescópio Espacial Hubble (HST; *Hubble Space Telescope*) constatou a formação de nuvem de fragmentos envolvendo o asteroide Dimorphos, resultado do impacto cinético da sonda DART e ocasionando a mudança de órbita em volta do asteroide Didymos. **Fonte:** NASA/European Space Agency/Space Telescope Science Institute/Hubble Space Telescope; imagem extraída de vídeo em: https://dart.jhuapl.edu/Gallery/media/videos/20230301_video.mp4

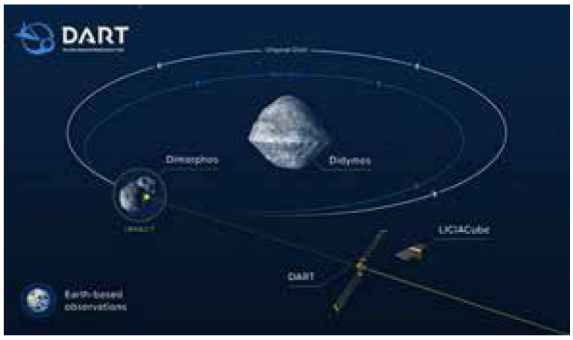


**Figura 12** - Ilustração do impacto cinético da sonda DART alterando a órbita do asteroide Dimorphos orbitando o asteroide Didymos. **Fonte:** *DART: Mission Overview*, disponível em: https://dart.jhuapl.edu/Mission/index.php

## ESCALA DE TURIM DE RISCOS DE IMPACTOS

Existem duas escalas que determinam o risco de um NEO impactar com a Terra: a *Escala de Turim* e a *Escala de Perigo de Impacto Técnico de Palermo*. A Escala de Turim (Morrison *et al.,* 2004) aventa a probabilidade de um NEO impactar com a Terra ou sua atmosfera e na energia cinética, que é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade do corpo envolvido, ou seja, depende da velocidade com que o objeto se move e da sua massa.

A Escala de Turim comumente é a mais utilizada, criada por Richard P. Binzel, planetologista do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT; Instituto de Tecnologia de Massachusetts). A primeira versão, *A Near--Earth Object Hazard Index* (Binzel, 1997), foi apresentada na Conferência Internacional sobre Objetos Próximos à Terra, de 24 a 26 de abril de 1995, em Nova York, e adotada em 1999 pela IAU, quando de uma Convenção em Turim (Torino), Itália (Morrison *et al.,* 1999). A Escala de Turim varia de 0 (branco) a dez (vermelho), com 0 indicando não haver nenhum perigo, enquanto que 10 indica impacto com prováveis efeitos catastróficos em âmbito global [Figura 13], principalmente extinções em massa.

Por enquanto, no curto prazo não há (Será?) qualquer descomunal rocha sideral que esteja em certeira rota de colisão, porém, como dizem no meio astronômico, "*A questão não é se irá colidir, mas... Quando?!*"

**ESCALA DE TURIM DE RISCOS DE IMPACTOS**

***THE TORINO IMPACT HAZARD SCALE* – Avaliando as previsões de perigos de impactos de asteróides e cometas no século 21**

| | | |
|---|---|---|
| Sem risco/perigo (Zona Branca) | 0 | A probabilidade de uma colisão é zero ou tão baixa para ser efetivamente zero. Também se aplica a pequenos objetos, como meteoros e corpos que se queimam na atmosfera, bem como quedas de meteoritos que raramente causam danos. |
| Normal, mas com monitoramento (Zona verde) | 1 | Descoberta de rotina, em que se estima que uma passagem próxima à Terra não apresente nenhum nível anormal de perigo. Cálculos atuais demostram que a chance de colisão é extremamente improvável e sem motivo à atenção ou interesse público. Novas observações telescópicas muito provavelmente levarão à readequação ao nível 0. |
| MERECENDO ATENÇÃO DOS ASTRÔNOMOS (Zona amarela) | 2 | A descoberta, que pode se tornar rotina com pesquisas ampliadas, de um objeto que realiza uma passagem um pouco próxima, mas não muito incomum perto da Terra. Merece a atenção dos astrônomos, no entanto, não há motivo à atenção ou interesse público, como também é bastante improvável uma colisão real. Novas observações telescópicas muito provavelmente levarão à readequação ao nível 0. |
| | 3 | Um encontro próximo, merecendo a atenção dos astrônomos. Cálculos atuais estimam em 1% ou mais a chance de colisão capaz de destruição localizada. Novas observações telescópicas muito provavelmente levarão à readequação ao nível 0. A atenção por parte do público e por agentes públicos é considerada se o encontro for em menos de uma década. |
| | 4 | Um encontro próximo, merecendo a atenção dos astrônomos. Cálculos atuais estimam em 1% ou mais a chance de colisão capaz de devastação regional. Novas observações telescópicas muito provavelmente levarão à readequação ao nível 0. A atenção por parte do público e por agentes públicos é considerada se o encontro for em menos de uma década. |
| AMEAÇA (Zona laranja) | 5 | Um encontro próximo como uma ameaça séria, mas ainda incerta a devastação regional. É necessária criteriosa atenção dos astrônomos para determinar conclusivamente se uma colisão irá ocorrer ou não. Se o encontro for em menos de uma década, planos de contingência governamental podem ser garantidos. |
| | 6 | Um encontro próximo com grande objeto que representa gravidade, mas ainda incerto de ocasionar uma catástrofe global. É necessária a criteriosa atenção dos astrônomos para determinar conclusivamente se uma colisão irá ocorrer ou não. Se o encontro for em menos de três décadas, planos de contingência governamental podem ser garantidos. |
| | 7 | Muito próximo o encontro por um objeto grande que, se ocorrer neste século, representará uma ameaça sem precedentes, mas ainda incerto quanto uma catástrofe global. Para tal ameaça neste século, o planejamento de contingência internacional se justifica, especialmente para se determinar com urgência e de maneira conclusiva se uma colisão irá ocorrer ou não. |
| CERTEZA DE COLISÃO (Zona vermelha) | 8 | **A colisão é certa e capaz de causar destruição localizada para um impacto sobre a terra ou, eventualmente, um tsunami, se perto da costa. Tais eventos ocorrem, em média, uma vez entre 50 e alguns milhares de anos.** |
| | 9 | **A colisão é certa, capaz de causar devastação regional sem precedentes para um impacto sobre a terra ou a ameaça de um grande tsunami, para um impacto no oceano. Tais eventos ocorrem, em média, uma vez entre 10.000 e 100.000 anos.** |
| | 10 | **A colisão é certa, capaz de causar uma catástrofe climática global que pode ameaçar o futuro da civilização como a conhecemos, seja impactando na terra ou no mar. Esses eventos ocorrem, em média, uma vez a cada 100.000 anos ou menos.** |

FONTE: http://neo.jpl.nasa.gov/torino_scale.html – **REVISÃO DA ESCALA DE TORINO:** MORRISON, D., CHAPMAN, C. R., STEEL, D.; BINZEL, R. P. **Impacts and the Public: Communicating the Nature of the Impact Hazard**. In: **Mitigation of Hazardous Comets and Asteroids**, by M. J. S. Belton, T. H. Morgan, N. H. Samarasinha and D. K. Yeomans, Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
**ADAPTAÇÃO EM TRADUÇÃO LIVRE:** Orlando Rodrigues Ferreira, Campinas/SP-Ouro Fino/MG, Brasil. 12/08/2013.

**Figura 13 –** Escala de Turim de riscos de impactos de objetos siderais. **Fonte:** Morrison *et al.* (2004); adaptação em livre tradução: O. R. Ferreira, 12/08/2013. **Fonte:** Center for Near Earth Object Studies (CNEOS), em https://cneos.jpl.nasa.gov/sentry/torino_scale.html

## REFERÊNCIAS


BINZEL, Richard. P. A. Near-Earth Object Hazard Index. **Proceedings of the International Conference,** April 24-26, 1995 in New York, USA. Edited by John L. Remo; Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 822, 1997, p.545. New York: New York Academy of Sciences, 1997. Disponível em: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1997NYASA.822..545B/abstract Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. **Manual de desastres: desastres naturais**. Ministério da Integração Nacional (MIN)/Secretaria Nacional de Defesa Civil (SNDC). Brasília: MIN/SNDC, 2003. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Desastres_Naturais_Voll.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa Civil**. Ministério da Integração Nacional (MIN)/Secretaria Nacional de Defesa Civil (SNDC). Brasília: MIN/SNDC, 2007. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Substitutivo a Projeto de Lei nº 4.471, de 2020, que Institui normas para o registro e definição de propriedade de meteoritos encontrados no território brasileiro**. *In:* Diário da Câmara dos Deputados, ano LXXVII, sábado, 3 de dezembro de 2022, p. 196-201. Brasília: Câmara dos Deputados, 2022c. Disponível em: https://imagem.camara.gov.br/Imagem/d/pdf/DCD0020221203002050000.PDF#page= Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 4471/2020**: Dispõe sobre a propriedade de meteorito que atinge o solo brasileiro. Proposição: Alex Santana, PDT/BA. Brasília: Câmara dos Deputados, 2020a. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2262081 Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 4529/2020: Estabelece mecanismos de proteção ao Patrimônio Científico Brasileiro de Origem Espacial**. Proposição: Wolney Queiroz, PDT/PE. Brasília: Câmara dos Deputados, 2020b. Disponível em: https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2262777 Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 4529/2020: Estabelece mecanismos de proteção ao Patrimônio Científico Brasileiro de Origem Espacial**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2020c. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1929693 Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei nº 4.471, DE 2020 Apensado: PL nº 4.529/2020 - Dispõe sobre a propriedade de meteorito que atinge o solo brasileiro – Relatório I**. Relator: dep. Jesus Sergio, Comissão de Minas e Energia. Brasília: Câmara dos Deputados, 2022a. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2220325&filename=Avulso%20PL%204471/2020 Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei nº 4.471, DE 2020: III – Parecer da Comissão de Minas e Energia**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2022b. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2218883&filename=Tramitacao-PL%204471/2020 Acesso em: 20 ago. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Resolução nº 17, de 1989: Aprova o Regimento Interno da Câmara dos Deputados**. Brasília: Câmara dos Deputados, 1989. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/regimento-interno-da-camara-dos-deputados/arquivos-1/RICD%20atualizado%20ate%20RCD%202-2023.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

FERREIRA, Orlando Rodrigues. **O perigo vem do espaço I: Tchelyabinsky**. Coluna Notícias do Universo, Jornal do Centro Campinas, p. 19, maio/2013. Campinas, 2013a. Disponível em: https://73426d34-9d53-4319-8491-74bbf0b1aa1a.filesusr.com/ugd/d7a951_28a2a5f23ee7499a8806c7681515dd96.pdf= Acesso em: 19 mai. 2023.

FERREIRA, Orlando Rodrigues. **O perigo vem do espaço II - Visitantes siderais: meteoróides, meteoros e meteoritos**. Coluna Notícias do Universo, Jornal do Centro Campinas, p. 13, junho/2013. Campinas, 2013b. Disponível em: /https://73426d34-9d53-4319-8491-74bbf0b1aa1a.filesusr.com/ugd/d7a951_88d9582deb934da49a43bf15627d7fd8.pdf Acesso em: 30 jun. 2013.

FERREIRA, Orlando Rodrigues. **O perigo vem do espaço III: Reconhecendo meteoritos**. Coluna Notícias do Universo, Jornal do Centro Campinas, p. 13, julho/ 2013. Campinas, 2013c. Disponível em: https://73426d34-9d53-4319-8491-74bbf0b1aa1a.filesusr.com/ugd/d7a951_7488d4ee78e545549ca4c90cceec2f6d.pdf Acesso em: 31 jul. 2013

FERREIRA, Orlando Rodrigues. **O perigo vem do espaço IV: Impactos preocupantes**. Coluna Notícias do Universo, Jornal do centro Campinas, p. 12, agosto/2013. Campinas, 2013d. Disponível em: https://73426d34-9d53-4319-8491-74bbf0b1aa1a.filesusr.com/ugd/d7a951_9fd0cf4d8c324599827a30741d5a6fe2.pdf Acesso em: 31 ago. 2013.

FERREIRA, Orlando Rodrigues. **O perigo vem do espaço V: Quando chegar, o que fazer?** Coluna Notícias do Universo, Jornal do Centro Campinas, p. 6, setembro/2013. Campinas, 2013e.Disponível em: /https://73426d34-9d53-4319-8491-74bbf0b1aa1a.filesusr.com/ugd/d7a951_736f1531a3e3468a945a36fc78e88137.pdf Acesso em: 30 set. 2013.

IAU. **Definitions of terms in meteor Astronomy.** International Astronomical Union: This document was approved by the majority of members of IAU Commission F1 participating in the electronic voting completed on April 30, 201. Paris: IAU, 2017. Disponível em: https://www.iau.org/static/science/scientific_bodies/commissions/f1/meteordefinitions_approved.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

METEOR DATA CENTER. **List of all meteor showers**. International Astronomical Union. Disponível em: https://www.ta3.sk/IAUC22DB/MDC2007/Roje/roje_lista.php?corobic_roje=0&sort_roje=0 Acesso em: 20 ago. 2023.

MORRISON, David; CHAPMAN, Clark R.; STEEL, Duncan; BINZEL, Richard P. **The Torino Impact Hazard Scale announced simultaneously by the IAU and by NASA**. *In*: M.J.S. Belton, et al. (eds.), 2004, Mitigation of Hazardous Comets and Asteroids (Cambridge: CUP), p. 353-390. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/books/abs/mitigation-of-hazardous-comets-and-asteroids/impacts-and-the-public-communicating-the-nature-of-the-impact-hazard/D2B0BFE9D022B8885A65E3F0A788E48B Acesso em: 12 ago. 2013

NASA. **NASA Planetary Defense Strategy and Action Plan**: In support of the National Preparedness Strategy and Action Plan for Near-Earth Object Hazards and Planetary Defense. National Aeronautics and Space Administration. Washington: NASA, 2023a. Disponível em: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_-_planetary_defense_strategy_-_final-508.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

NASA. **NASA's DART Data Validates Kinetic Impact as Planetary Defense Method**. Washington: NASA, 2023b. Disponível em: https://www.nasa.gov/feature/nasa-s-dart-data-validates-kinetic-impact-as-planetary-defense-method Acesso em: 20 ago. 2023.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI). Itacuruba: ON, 2021. Disponível em: http://impacton.on.br/ Acesso em: 20 ago. 2023.

PERA, Lilian N. S. **Meteoritos, fragmentos de um grande quebra-cabeça cósmico**. Orientador: Prof. Dr. Gustavo Lanfranchi, 2014, 47 p. (Especialização em Astronomia); Núcleo de Astrofísica Teórica (NAT)/Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). São Paulo: NAT/UNICSUL, 2014.

PERA, Lilian N. S. **Meteoritos contam histórias**. Grupo Alpha Crucis. São Paulo: Alpha Crucis, 2019. Disponível em: https://alfacrucis.org/artigos/meteoritos/ Acesso em: 20 ago. 2023.

ROJAS, Julian; DUPRAT, Jean; ENGRAND, Cécile; DARTOIS, Emmanuel; DELAUCHE, LUCIE; GODARD, Marie; GOUNELLE, Matthieu; CARRILLO-SANCHÉZ, Jua Diego; POKORNÝ, Petr; PLANE, John M.C. The micrometeorite flux at Dome C (Antarctica), monitoring the accretion of extraterrestrial dust on Earth. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 560, 15 april 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012821X21000534 Acesso em: 20 ago. 2023.

UNITED STATES. **National Preparedness Strategy for Near-Earth Object Hazards and Planetary Defense**. Planetary Defense Interagency Working Group of the National Science & Tecnology Council. Washington: White House, 2023. Disponível em: https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/04/2023-NSTC-National-Preparedness-Strategy-and-Action-Plan-for-Near-Earth-Object-Hazards-and-Planetary-Defense.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth. O alvo Terra. **Revista Carbono: Natureza, Ciência e Arte**, n. 5, Dossiê. Disponível em: http://www.revistacarbono.com/wp-content/uploads/2013/12/O-alvo-da-terra-Maria-Elizabeth-Zucolotto.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth. **Preste atenção nestes dados básicos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 202-?b. Disponível em: www.meteoritos.com.br/meteoritos Acesso em: 20 ago. 2023.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth.**Tem um ET no seu quintal?** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 202-?a) Disponível em: https://www.meteoritos.com.br/tem-um-et-em-seu-quintal/ Acesso: em 20 ago. 2023.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth; FONSECA, Ariadne do Carmo; ANTONELLO, Loiva Lízia. **Decifrando meteoritos**. Colaboração de Felipe Abrahão MONTEIRO. Museu Nacional – Série Livros, #52. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; Museu Nacional, 2013. Disponível em: www.meteoritos.com.br/download/decifrando-os-meteoritos Acesso em: 20 ago. 2023.

## SÍTIOS-E SOBRE METEORÍTICA

American Meteor Society: www.amsmeteors.org

Bramon – Brazilian Meteor Observation Network: www.bramonmeteor.org

Exoss Citizen Science Project: https://exoss.org

Galeria do Meteorito: www.meteoritos.com.br

Impacton-ON/MCTI - Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI): http://impacton.on.br

Meteor Data Center IAU: www.ta3.sk/IAUC22DB/MDC2022

Meteorite Falls - Astromaterials Research & Exploration Science – NASA: https://ares.jsc.nasa.gov/meteorite-falls/

Meteoríticas – Astronomia & Meteoritos, por Maria Elisabeth Zucolotto: www.meteoritos.com.br

**Autorizada a utilização deste artigo, desde que referenciado conforme ABNT NBR 6023:2018 e citações de acordo com ABNT NBR 10520:2023**

FERREIRA, Orlando Rodrigues. *O perigo vem do espaço: impactos de corpos celestes com a Terra*. 2ª ed. rev. ampl. **Revista do Centro de Ciências, Letras e Artes (CCLA)**, nº 73, outubro 2023, p. 114-129; Conselho Editorial: Alcides Ladislau Acosta (MTB 9533/SP), Clarissa Waldige Mendes Nogueira, Cristina Brandt Friedrich Martin Gurgel, Luíz Carlos Ribeiro Borges, Orlando Rodrigues Ferreira (MTB 86736/SP) e Sandra Palermo Funari; Patrocínio: UNIMED Campinas. Campinas: CCLA; Pontes, 2023.

AGRADECIMENTOS DO AUTOR PARA

## COLABORADORES REVISTA DO CCLA, Nº 73, OUTUBRO 2023

**Orlando Rodrigues Ferreira**: conselheiro fiscal e coordenador do Departamento de Ciências Humanas e da Natureza do CCLA; astrônomo; doutor e mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UNICSUL); pós-graduado em Astronomia (UNICSUL); licenciado em Filosofia (PUC-Campinas); pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (NIEPCTS) da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL); professor conteudista das disciplinas *Fundamentos de Astrobiologia e Exoplanetas* e *História e Evolução dos Conceitos Astronômicos* do curso de pós-graduação *lato sensu* EAD de *Metodologia do Ensino de Astronomia* da Cruzeiro do Sul Virtual; sócio efetivo da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), cofundador (2017) e associado efetivo da Sociedade Brasileira de Astrobiologia (SBAstrobio), cofundador (1996) da Associação Brasileira de Planetários (ABP), sócio profissional da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) e demais instituições congêneres; professor e astrônomo colaborador (por MEI) do Polo Astronômico de Amparo; jornalista (MTB 86736/SP), presidente (2000-2003), Conselheiro Emérito e presidente do Conselho Deliberativo da Associação Campineira de Imprensa (ACI); comentarista científico e educacional da Rádio Difusora Ouro Fino FM 94.1 e com a coluna *Notícias do Universo*© (*Universe News*©); microempreendedor individual (MEI) com Astromóvel© & Observatório das Alterosas© (www.astromovel.wixsite.com/astromovel), Assessoria, Consultoria e Desenvolvimento de Projetos em Astronomia, Ciência, Educação e Cultura.
Contato: astromovel.mei@gmail.com

Tenha acesso a uma **rede completa de saúde.**

Plano Individual, Familiar ou para quem tem CNPJ

Unimed Campinas

Consulte disponibilidade e condições de contratação dos produtos em www.unimedcampinas.com.br

CENTRO DE CIÊNCIAS, LETRAS E ARTES

Rua Bernardino de Campos, 989
Centro – CEP 13010-151 – Campinas – SP
Fone: (19) 3231-2567 – Fax (19) 3232-7119
www.ccla.org.br – Email: ccla@ccla.org.br

9 786556 378947